

科學講堂

逢星期三見報

發砲或毋須識「萬有引力」 工程設計不考慮分子結構

科研重實際 非「超級電腦」

上一次談到，研究科學並不同於將所有有關係的因素全都毫無篩選地一一考慮進去。更重要的，是要能分辨出哪些因素是重要的，需要認真考慮；至於不重要的因素，就要將它們束之高閣。要不然，科學研究所需要的，可能就只是一部運算功能極佳的超級電腦罷了。

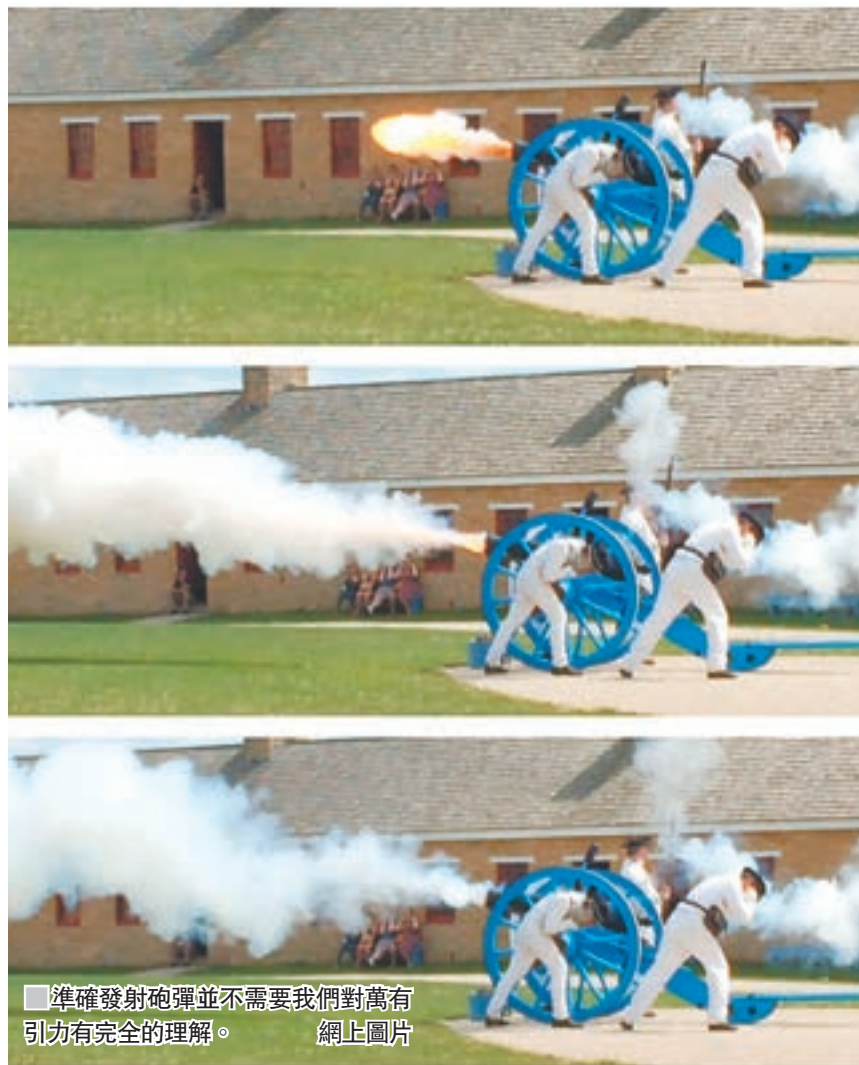
上次還提到，工程師在設計河道、溝渠、大廈通風系統的時候，都不會考慮水分子或空氣分子之間的空隙，反而會把水和空氣視為一種連綿不絕的介質。這種對水和空氣的描述雖然看來不很正確，但好像還沒有為近代的工程設計帶來任何軒然大波。



美國加州的 LIGO 實驗室研究重力波。 網上圖片

彈道軌跡需計算

今次要舉的另一個例子，大家可能更熟悉。一件物件在半空中以拋物線的軌跡行進，不少理科生在中學的物理課裡就應該學過。要將一個古代的砲彈、近代的導彈，以至於手機遊戲裡的「憤怒鳥」準確地發射到敵方的陣地裡，就大量地運用了這樣的計算。



準確發射砲彈並不需要我們對萬有引力有完全的理解。 網上圖片

廣義相對論不能完全描述萬有引力

由於物件在地球的表面，主要都是受到萬有引力的影響，這樣的計算是否準確，就建基於我們對萬有引力的理解之上。問題來了：在現實生活中，我們這些計算看來都十分準確（起碼許多國家、軍隊都能有自信地將他們的導彈、砲彈送到目的地）。

然而，對於萬有引力，我們卻不是完全理解。基於去年對重力波 (gravitational wave) 的報道，大家可能已經熟悉愛因斯坦 (Albert Einstein) 的廣義相對論 (General Theory of Relativity)，是一個描述萬有引力的卓越理論。然而，許多科學家亦一致認同，廣義相對論並不能描述萬有引力的所有特徵。

理論：彈道計算不絕對準

從上世紀的科學探究之中，我們認識到原子世界，以及比原子更小的微觀世界，都是遵從量子力學的法則的。因此要描述萬有引力如何在微觀世界運作，就要懂得如何將廣義相對論和量子力學合併。可惜的是，現今的科學家雖然已經很有點主意 (比方說超弦理論, Superstring Theory)，但還沒有完全懂得如何去將這兩個劃時代的理論連在一起。我們對「量子萬有引力 (Quantum Gravity)」的無知就是在說，每一個有關砲彈、「憤怒鳥」在

空中移動的計算都不是絕對準確的；不過在現實生活中，沒有一支軍隊會因為無法理解「量子萬有引力」而對他們的砲彈失去信心。

由此可見，在日常生活中，我們早已習慣「不是完全理解萬有引力」的這種狀況了。更重要的是，這種不理解，沒有為我們的日常生活帶來任何麻煩。

篩選不同因素有難度

希望上次和今次的這兩個例子能夠說服你，科學研究並不是盲目地將所有相關因素全都考慮進去，而是要按照實際情況，認清重要的因素去考慮：研究流體在河道活動的科學家，不一定需要考慮流體的分子、原子結構；探索萬有引力對我們日常生活的影響，不一定需要完全了解量子萬有引力。

科學家在研究他們的課題的時候，還要清楚地知道他們的理論在什麼場合有效、有什麼他們是沒有考慮到。當然更重要的，是衡量沒有被考慮的因素，對他們研究的課題不會造成致命的影響。科學的這個特質，一方面令科研的工作變得輕鬆了一點，同時又令其變得更有挑戰性：不需要考慮所有的因素，但哪幾個才是重要的？這就不一定很清楚了。

張文彥博士

作者簡介：香港大學土木及結構工程學士。短暫任職見習土木工程師後，決定追隨對科學的興趣，在加拿大多倫多大學取得理學士及哲學博士學位，修讀理論粒子物理。現於香港大學理學院任職講師，教授基礎科學及通識課程，不時參與科學普及與知識交流活動。

奧數揭秘

逢星期三見報

分蛋糕談代數對稱

生日會中切蛋糕的時候，切起來有時並不是平均的，有些是大件一點，有些細件一點。若果蛋糕是圓形的，切開的方法就是平時切薄餅那樣由中間切起，那樣原來可以提出一些不定方程的問題。

比如有3個一樣大的蛋糕，一個可平分為x份，一個可平分為y份，一個可平分為6份。由3個蛋糕中各拿一份出來，前兩者合起

來，剛好和後者一樣大，那麼x和y分別可能是多少？

把問題數學化地描述，分為x份時，每份1/x；分為y份時，每份1/y；分為6份時，每份1/6，因此算式為1/x + 1/y = 1/6。其中由於x和y是正整數，所以都是正整數。

問題

解不定方程：

1/x + 1/y = 1/6

其中x和y都是正整數。

答案

分數式一般比較複雜，先用一點代數技巧把上式化簡。

1/x + 1/y = 1/6

6x + 6y = xy

xy - 6x - 6y = 0

到這裡有個技巧，就是要加一點什麼，令左邊可以做因式分解。

xy - 6x - 6y + 36 = 36

(x-6)(y-6) = 36

由於(x-6)和(y-6)都是整數，可以考慮36=1×36=2×18=3×12=4×9=6×6。舉例來說，若

x-6=3, y-6=12

x=9, y=18

要留意x和y可以互換次序的，因此x=18, y=9也可以。為了表達得比較簡單，x和y可不分次序時，記為{x,y}，那麼以上的解就是{7,42}, {8,24}, {9,18}, {10,15}, {12,12}。

「對稱性」可偵測錯誤

這道問題類似的形式，在奧數中是挺常見的，不過很少會用想到在切蛋糕的情景中出現，多是純粹地以數學形式來提問。

當中用到了較特殊的代數技巧，比如額外添加了36這個數字，令到等號左邊可以做因式分解。因式分解後再考慮36的各個分解的形式，去求出答案。

從代數式中，若是留意到x和y是可以互換的關係，計算時就可以做少一半。就是知道x是18和y是9時。同時，亦知道x可以是9和y可以是18。這個可互換的性質叫「對稱性」。

這個對稱性由代數的角度下固然能看得到，事實上由原來的情景中也會看得到，因為開始時決定哪個蛋糕是x，哪個是y，都是隨意的，先後沒有必然的限制。

在處理代數式前，先觀察它有沒有對稱性

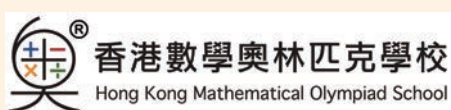
是有作用的，比如求解時最後的答案若果x與y互換就不符合算式，就會知道一定是什麼地方出錯了。或者是化簡算式時，原本是對稱的，化簡後就不對稱了，也是有問題的。因此對稱性是其中一個用來偵測錯誤的角度，可以廣泛應用在解題之中。

對稱性在課內的數學上比較少提及的，多是奧數才會提到。課內講對稱多是指圖形的軸對稱與旋轉對稱，較少用代數來講。本身對稱的概念並不複雜，但用起來卻會大幅減省了求解時的功夫，因為只要到其中一個，就會找到對稱的另一個。若是問題再複雜一點，效果就更明顯了。

作為觀察代數式的一個角度，對稱性有着廣泛應用，這個平日在處理算式時，可以由這個角度檢查一下，看看有沒有新的發現。

張志基

簡介：香港首間提供奧數培訓的教育機構，每年舉辦奧數比賽，並積極開辦不同類型的奧數培訓課程。學員有機會獲選拔成為香港代表隊，參加海內外重要大賽。詳情可瀏覽：www.hkmos.org。



科技暢想

逢星期三見報

科技創意互補 美學走入生活

我們生活在一個很特別的時代。或者是Steve Jobs的魔法吧！不論我們在哪个行業工作，對美學和科技有着比以前更深的體會和期望。香港人廣泛使用科技產品，亦不時花大量金錢去購買科技產品，也有的會將它們當成興趣來研究和收集。

買下最新型號的手機、平板電腦、相機、音響、遊戲機，甚至智能電動車，讓我們有說不出的重大意義；叫人眼前一亮的科技配上帶點瘋狂的市場推廣，令花幾千元去買一個智能風筒都變得很合理。在科技之上，有不少商家借助加入美學元素，達至商業成功。

建築顯「女性曲線」

現在的藝術不似中世紀被關在古堡、皇宮為權貴專享，當代藝術創作會讓她走進普羅大眾的生活裡。看看鯽魚涌太古坊展出、著名建築師Zaha Hadid的畫作和草圖作品，將科幻、美學、建築學元素完美糅合。

Hadid設計的建築將女性專屬的「曲線」和建築裡時有出現的「Z」形狀融入世界各地的文化中，是她的特色。她的設計盡顯她對當地城市及環境的了解，這方面

的知識往往令她的建築成功發展及融入社區，同時她讓人明白到要成功必須認真創作和培養才華。走到她的每件展覽作品前，體驗曲線透視在四維空間裡，快速飛越宇宙和時空之間，活力澎湃。

她的香港山頂設計圖雖然最後沒有落成，仍然被認為是她其中一個最傑出的作品，讓人明白創意不需受技術限制，有時藝術帶動技術開發，有時科技和藝術互補不足。

航天工程技術用於建房

近年預製組件技術非常流行，政府也努力引入這種技術加速房屋興建。這種技術本來只是用於飛機工程及航天工程，後來引伸至樓宇建築，它讓樓宇建築更省時、更環保、更安全，大量應用可以幫助解決



Zaha Hadid設計的建築物。 資料圖片

房屋供應不足的問題。

Zaha Hadid貴為「世上最具影響力的100名女士」的第六十九位排名，值得我們敬仰和學習。她的靈感無限，能讓各行各業的人帶來不同的啟發。在香港，女性當選特首，令人寄望未來有更多關於女性或者培育下一代的政策，同時令我思考女性擁有影響力的意義、衝擊和義務。

香港新興科技教育協會 趙穎詩

簡介：本會培育科普人才，提高各界對科技創意應用的認識，為香港青年人提供更多機會參與國際性及大中華地區的科技創意活動，詳情可瀏覽www.hknetea.org。



氣象萬千

隔星期三見報

下投式探空儀「飛一般追風」

早晨，政府飛行服務隊。我們是香港天文台，那個東西進入了800公里範圍，是時候出動了。

今次打算投多少個？它這麼大至少要十個八個。

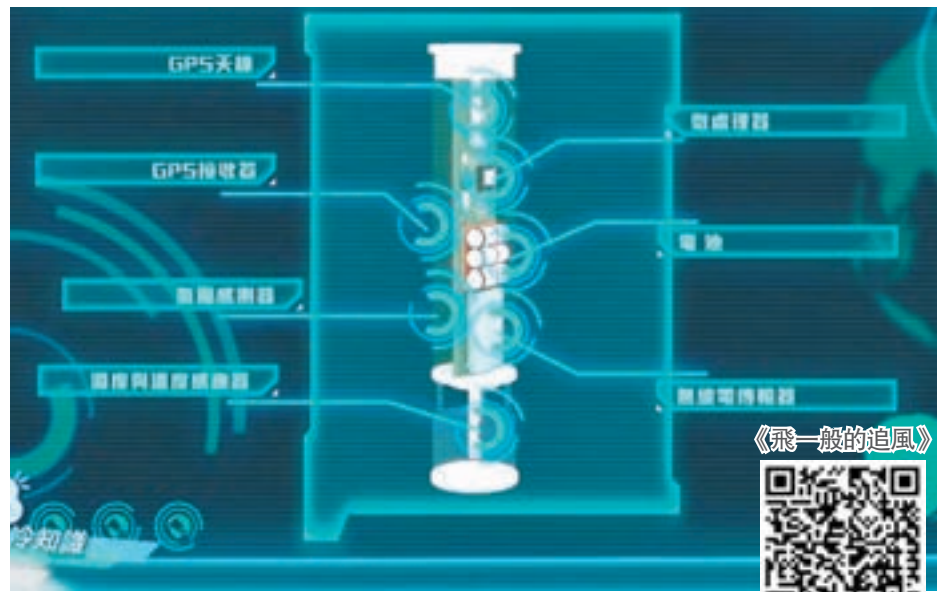
好，沒問題。

大家不要以為剛才我們在飛機上扔什麼東西，剛才的儀器其實是叫作「下投式探空儀」，內置有GPS定位系統和氣象探測器（見右視頻截圖），可以在下跌的過程中一直記錄周圍的氣溫、濕度、高度、氣壓、風向、風速，同時會透過它自己的無線電發射裝置，把數據即時傳送回飛機上。

如果大家有追看《氣象冷知識》，應該會認識什麼是氣球垂直探空，這個下投或探空的原理基本上很相似，不相同的是，它不需要用氣球把探測器帶上天，而是預先用飛機把它帶至高空，從上空扔下來。

飛行服務隊「收風」即投

它自己還帶了一個小型降落傘，減慢下跌的速度，以便量度的資料更加充足。當有熱帶氣旋進入南海，並可能影響香港的時候，天文台便會和政府飛行



《飛一般的追風》



服務隊合作，把飛機飛到熱帶氣旋的上空，約有3萬多呎高。

我們會投放這些下投式探空儀，收集到的資料可以補足海面氣象觀察的不足，對於分析熱帶氣旋的強度及三維結構都有幫助，把這些數據應用在電腦數值預報模式中，還有機會改善對颱風的預報能力。

簡介：本欄以天文台的網上氣象節目《氣象冷知識》向讀者簡介有趣的天氣現象。詳情可瀏覽天文台YouTube專頁：https://www.youtube.com/user/hkweather。

